

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2002年11月29日

出願番号 Application Number: 特願2002-347256

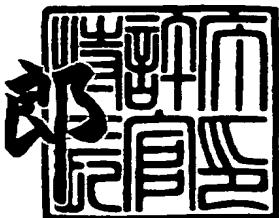
[ST. 10/C]: [JP2002-347256]

出願人 Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2003年 7月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

大田信一



【書類名】 特許願
【整理番号】 1023685
【提出日】 平成14年11月29日
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿
【国際特許分類】 F01N 3/18
F01N 3/08
【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置
【請求項の数】 13
【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 宮下 茂樹
【特許出願人】
【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社
【代理人】
【識別番号】 100077517
【弁理士】
【氏名又は名称】 石田 敬
【電話番号】 03-5470-1900
【選任した代理人】
【識別番号】 100092624
【弁理士】
【氏名又は名称】 鶴田 準一
【選任した代理人】
【識別番号】 100102819
【弁理士】
【氏名又は名称】 島田 哲郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0211566

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に配置され、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中の窒素酸化物 (NO_x) または硫黄酸化物 (SO_x) からなる特定成分を吸着、吸收またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気の空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した前記特定成分を脱離させるとともに還元浄化する NO_x 吸蔵還元触媒と、

前記 NO_x 吸蔵還元触媒内に吸蔵された前記特定成分量を推定する推定手段と

前記推定手段により推定された特定成分吸蔵量に基づいて、前記 NO_x 吸蔵還元触媒にリッチ空燃比の排気を供給し、 NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵された前記特定成分を脱離、還元浄化する再生操作を実施する再生手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、

前記推定手段は、前記 NO_x 吸蔵還元触媒の少なくとも異なる2つの部分に吸蔵された前記特定成分量を部分毎に推定する、内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記推定手段は NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分の前記特定成分吸蔵量を吸蔵量カウンタを用いて表し、 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比がリーンのときに流入する排気中の前記特定成分濃度に比例した速度で前記吸蔵量カウンタを増大させ、 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比のときに前記吸蔵量カウンタを所定の速度で減少させることにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分の前記特定成分吸蔵量を推定する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記推定手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記特定成分吸蔵時には、流入する排気から NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵される全特定成分量を NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分毎に所定の比率で分配することにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分に吸蔵された前記特定成分量を推定する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 前記推定手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒の再生操作時には、前

記NO_x吸蔵還元触媒から脱離する前記特定成分量をNO_x吸蔵還元触媒の前記各部分毎に定めることにより、NO_x吸蔵還元触媒の前記各部分に吸蔵された前記特定成分量を推定する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項5】 前記推定手段は、前記所定の比率を前記NO_x吸蔵還元触媒の各部分に吸蔵されている前記特定成分量に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】 前記推定手段は、前記所定の比率を前記NO_x吸蔵還元触媒の劣化の程度に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項7】 前記推定手段は、前記所定の比率を前記NO_x吸蔵還元触媒の温度に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項8】 前記推定手段は、前記所定の比率を前記NO_x吸蔵還元触媒に流入する排気の流量に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項9】 前記推定手段は、前記所定の比率を前記NO_x吸蔵還元触媒に流入する排気中の前記特定成分濃度に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項10】 前記推定手段は、前記NO_x吸蔵還元触媒下流側に配置した、排気酸素濃度を検出するO₂センサを備え、NO_x吸蔵還元触媒の再生操作時に前記各部分毎から脱離される前記特定成分量を前記O₂センサ出力に基づいて設定する、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項11】 前記再生手段は、前記NO_x吸蔵還元触媒の各部分毎に推定した前記特定成分吸蔵量の合計値に基づいて前記再生操作を実行する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項12】 前記再生手段は更に、前記NO_x吸蔵還元触媒の各部分毎に推定した前記特定成分吸蔵量のうち、特定の部分の前記特定成分吸蔵量に基づいて、前記再生操作実行時にNO_x吸蔵還元触媒に流入する排気の空燃比をリッチ空燃比に短時間維持した後に理論空燃比に維持する時間を定める、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項13】 前記特定の部分は、再生操作実行時に他の部分に較べて吸

蔵された前記特定成分が脱離する速度が低い部分である、請求項12に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関し、詳細にはNO_X吸蔵還元触媒を備えた内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関の排気通路に、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中のNO_Xを吸着、吸收またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気の空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵したNO_Xを脱離、還元浄化するNO_X吸蔵還元触媒を配置し、機関のリーン空燃比運転中に排気中のNO_XをNO_X吸蔵還元触媒に吸蔵させることによりNO_Xの大気放出を防止する内燃機関の排気浄化装置が一般に知られている。

【0003】

NO_X吸蔵還元触媒は吸蔵したNO_X量が増大するにつれてNO_Xの吸蔵能力が低下し、吸蔵されずにNO_X吸蔵還元触媒を通過してしまうNO_Xの割合が増大する。また、NO_X吸蔵還元触媒は吸蔵できる最大量までNO_Xを吸蔵してしまうと/orもや排気中のNO_Xを吸蔵することはできず、排気中のNO_Xの全量がNO_X吸蔵還元触媒を通過するようになる。

【0004】

このため、NO_X吸蔵還元触媒を用いた排気浄化装置ではNO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵量がある程度増大したときに機関をリッチ空燃比で短時間運転する再生操作（リッチスパイク操作）を行う。再生操作を行うことにより、NO_X吸蔵還元触媒にはリッチ空燃比の排気が供給されるため、NO_X吸蔵還元触媒に吸蔵されたNO_Xが触媒から脱離してリッチ空燃比排気中の未燃炭化水素やCO等の成分により還元浄化される。これにより、NO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵量が低下してNO_X吸蔵還元触媒の吸蔵能力が回復する。

【0005】

上記のように、再生操作（リッチスパイク操作）はNO_X吸蔵還元触媒の吸蔵したNO_X量に応じて適切に行う必要がある。例えば、NO_X吸蔵量が少なくNO_X吸蔵還元触媒の吸蔵能力がまだ充分に余裕がある状態で再生操作を行うと、機関がリッチ空燃比で運転される頻度が増大してしまい、排気性状の悪化や燃料消費量の増大を生じる可能性がある。また、逆に再生操作の頻度が必要以上に低いと、NO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵量が許容限度以上に増大してしまい、NO_X吸蔵能力の低下のために排気性状が悪化する可能性がある。

従って、リッチスパイク操作を適切に行うためにはNO_X吸蔵還元触媒に吸蔵されたNO_X量を正確に知る必要がある。ところが、実際には機関運転中にNO_X吸蔵還元触媒に吸蔵されたNO_X量を直接計測することは困難である。このため、直接計測に代えてNO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵量を推定する方法が種々考案されている。

【0006】

NO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵量を正確に推定する方法としては、例えばNO_Xカウンタを用いるものが知られている（特許文献1参照）。NO_Xカウンタは、機関運転中常に運転状態に応じてNO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵量に対応するよう増減操作されるカウンタ値である。

例えば特許文献1に開示された排気浄化装置では、機関がリーン空燃比運転されている時には機関の運転状態に応じて定まる量を一定時間毎にNO_Xカウンタに加算し、機関が理論空燃比またはリッチ空燃比で運転されているときには、機関の空燃比やNO_X吸蔵還元触媒温度等に応じて定まる量を一定時間毎にNO_Xカウンタから減算することにより、NO_Xカウンタの値が常にNO_X吸蔵還元触媒の現在のNO_X吸蔵量に対応して変化するようにしている。

【0007】

すなわち、機関運転中には機関から単位時間当たりに排出されるNO_X量は、機関負荷、回転数等の機関運転条件に応じて定まる。機関のリーン空燃比運転中には、機関から排出されるNO_Xのうち一定の割合のNO_XがNO_X吸蔵還元触媒に吸蔵されると考えられるため、リーン空燃比運転中はNO_X吸蔵還元触媒のN

NO_X 吸蔵量は単位時間当たりに機関の NO_X 発生量に所定の割合を乗じた量だけ増大する。

【0008】

また、機関の理論空燃比またはリッチ空燃比運転中、 NO_X 吸蔵還元触媒に吸蔵された NO_X は所定の速度で NO_X 吸蔵還元触媒から脱離して還元浄化される。また、このとき単位時間当たりに NO_X 吸蔵還元触媒から脱離する NO_X の量、すなわち NO_X 吸蔵量の単位時間当たりの減少量は、 NO_X 吸蔵還元触媒に流入する未燃燃料や CO 等の流量に比例すると考えられる。

【0009】

特許文献1の装置では、リーン空燃比運転時には NO_X 吸蔵還元触媒の吸蔵 NO_X 量の増大に応じた速度で NO_X カウンタを増大させ、理論空燃比またはリッチ空燃比運転時には吸蔵 NO_X 量の減少に応じた速度で NO_X カウンタを減少させることにより、 NO_X カウンタの値が常に NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X 吸蔵量に正確に対応するようにしている。

【0010】

特許文献1の装置では、上記により算出した NO_X カウンタを用いて NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X 吸蔵量を正確に推定することにより、適切なリッチスパイク操作を行うことを可能にしている。

【0011】

【特許文献1】

特開平7-139340号公報

【特許文献2】

特開平8-260948号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献1のように NO_X カウンタを用いて NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X 吸蔵量を推定することにより、本来正確にリッチスパイク操作を行うことができるはずである。ところが、実際には特許文献1のように NO_X カウンタを用いて推定した NO_X 吸蔵量のみに基づいてリッチスパイク操作を実施していると、リッ

チスパイク操作後も充分にNO_X吸蔵還元触媒の吸蔵能力が回復しない問題が生じる場合がある。

【0013】

NO_X吸蔵還元触媒はリーン空燃比とリッチ空燃比との間の空燃比の変化により排気中のNO_Xの吸蔵と脱離とを行うが、実際にはNO_Xの吸蔵と脱離の速度はNO_X吸蔵還元触媒全体にわたって一様ではなく、触媒の部分によって大きく異なっている。

例えば、リーン空燃比運転時のNO_Xの吸蔵の際にはNO_XはまずNO_X吸蔵還元触媒の上流側に近い側に主に吸蔵されるため下流側にはほとんど到達しない。このため、リーン空燃比運転開始後しばらくは触媒の下流側部分にはNO_Xが吸蔵されにくい。また、同様に再生操作時にも、NO_Xはまず上流側に近い側から脱離し、排気中の未燃炭化水素等が上流側に近い部分で消費されるため、下流側に近い側ではNO_Xの脱離は生じにくくなる。

【0014】

すなわち、NO_X吸蔵還元触媒の上流側部分と下流側部分とではNO_X吸蔵速度と脱離速度が大きく異なっている。また、一般にNO_Xの吸蔵も脱離もまず上流側部分で生じ、次いである遅れ時間が経過してからはじめて下流側でも生じるようになる。このように、NO_X吸蔵還元触媒の上流側部分と下流側部分とでは、NO_Xの吸蔵、脱離の特性（速度、タイミング）が異なっている。また、触媒の上流側や下流側との相違だけでなく、例えば触媒のコート層の上層付近と下層付近でも触媒の上流側部分、下流側側部分の相違と同様なNO_Xの吸蔵、脱離の特性の相違を示す。

【0015】

特許文献1の装置では、このようにNO_Xの吸蔵脱離特性の異なる部分を有するNO_X吸蔵還元触媒に対してそれぞれ单一のNO_Xの吸蔵及び脱離速度を使用してNO_X吸蔵量を推定しているため、吸蔵量に誤差を生じる場合がある。

例えば、NO_Xの吸蔵及び脱離速度として触媒上流側部分のものに近い値を使用していると、NO_X吸蔵還元触媒のリッチスパイク操作の際に実際には触媒下流側ではNO_Xの脱離が開始していないか、或いは吸蔵NO_Xが残っているうちに

NO_x の脱離が完了したとしてリッチスパイク操作が終了してしまい、下流側部分では吸蔵 NO_x が残った状態で再度吸蔵を開始することとなる。このため、 NO_x 吸蔵還元触媒の下流側部分では次第に NO_x 吸蔵量が増大し、 NO_x カウンタを用いて推定した NO_x 吸蔵量に基づいてリッチスパイク操作を行っているにもかかわらず、部分的に NO_x 吸蔵還元触媒の吸蔵能力が大幅に低下するような問題が生じるのである。

【0016】

また、上記では NO_x の場合を例にとって説明したが、排気中に硫黄酸化物(SO_x)が含まれると、 SO_x は NO_x と全く同様にリーン空燃比で NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵される。また、 NO_x 吸蔵還元触媒に SO_x が吸蔵されると NO_x の場合と同様に NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵能力が低下するため、前述したリッチスパイク操作と同様な再生操作を実行して NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵能力を回復させる必要がある。 NO_x 吸蔵還元触媒から SO_x を脱離させるための再生操作はリッチスパイク操作と同様に触媒に流入する排気空燃比をリッチ空燃比に維持し、更に排気温度を NO_x 脱離のためのリッチスパイク操作より高い温度に上昇させる必要がある。

従って、 NO_x 吸蔵還元触媒の吸蔵能力を有効に活用するためには、 NO_x の場合と同様に NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵された SO_x 量を正確に推定し SO_x 離脱のための適切な再生操作を実行することが必要となる。

【0017】

本発明は上記従来技術の問題に鑑み、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x または SO_x 吸蔵量を推定する際に、誤差が生じることを防止して正確な推定を行うことにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の吸蔵能力を有効に利用することを可能とする内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明によれば、内燃機関の排気通路に配置され、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中の窒素酸化物(NO_x)または硫黄酸化物(SO_x)からなる特定成分を吸着、吸收またはその両方にて選択的に吸蔵保持し

、流入する排気の空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した前記特定成分を脱離させるとともに還元浄化するNO_X吸蔵還元触媒と、NO_X吸蔵還元触媒と、前記NO_X吸蔵還元触媒内に吸蔵された前記特定成分量を推定する推定手段と、前記推定手段により推定された特定成分吸蔵量に基づいて、前記NO_X吸蔵還元触媒にリッチ空燃比の排気を供給し、NO_X吸蔵還元触媒に吸蔵された前記特定成分を脱離、還元浄化する再生操作を実施する再生手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記推定手段は、前記NO_X吸蔵還元触媒の少なくとも異なる2つの部分に吸蔵された前記特定成分量を部分毎に推定する、内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0019】

すなわち、請求項1の発明では推定手段は、NO_X吸蔵還元触媒を少なくとも2つ以上の部分に分けて、各部分毎に特定成分(NO_XまたはSO_X)の吸蔵量を推定する。これにより、例えばNO_X吸蔵還元触媒の上流側側部分と下流側側部分等のように互いにNO_XまたはSO_Xの吸蔵、脱離特性が異なる部分についてもそれぞれの吸蔵脱離特性に基づいて吸蔵量を推定することが可能となるため、NO_X吸蔵還元触媒の部分毎の吸蔵、脱離特性の相違によるNO_XまたはSO_Xの吸蔵量推定値の誤差が生じることが防止される。

【0020】

請求項2に記載の発明によれば、前記推定手段はNO_X吸蔵還元触媒の前記各部分の前記特定成分吸蔵量を吸蔵量カウンタを用いて表し、NO_X吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比がリーンのときに流入する排気中の前記特定成分濃度に比例した速度で前記吸蔵量カウンタを増大させ、NO_X吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比のときに前記吸蔵量カウンタを所定の速度で減少させることにより、NO_X吸蔵還元触媒の前記各部分の前記特定成分吸蔵量を推定する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0021】

すなわち、請求項2の発明では推定手段は、NO_X吸蔵還元触媒の各部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量を吸蔵量カウンタを用いて推定する。このように、吸蔵量カウンタを触媒の各部分毎に持ち、その増大速度と減少速度とを各部分のNO

XまたはSO_Xの吸蔵、脱離特性に基づいて設定することによりNO_X吸蔵還元触媒のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量の推定に誤差が生じることが防止される。

【0022】

請求項3に記載の発明によれば、前記推定手段は、NO_X吸蔵還元触媒の前記特定成分吸蔵時には、流入する排気からNO_X吸蔵還元触媒に吸蔵される全特定成分量をNO_X吸蔵還元触媒の前記各部分毎に所定の比率で分配することにより、NO_X吸蔵還元触媒の前記各部分に吸蔵された前記特定成分量を推定する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0023】

すなわち、請求項3の発明では推定手段は、NO_X吸蔵還元触媒に吸蔵される全部のNO_XまたはSO_X量を所定の比率で各部分毎に分配することにより各部分に吸蔵されるNO_XまたはSO_Xの量を推定する。この分配比率は、例えば各部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵速度等のNO_XまたはSO_Xの吸蔵特性に応じて定めることができる。このため、NO_X吸蔵還元触媒の各部分に吸蔵されるNO_XまたはSO_Xの量を正確に推定することが可能となり、NO_XまたはSO_Xの吸蔵量の推定に誤差が生じることが防止される。

【0024】

請求項4に記載の発明によれば、前記推定手段は、NO_X吸蔵還元触媒の再生操作時には、前記NO_X吸蔵還元触媒から脱離する前記特定成分量をNO_X吸蔵還元触媒の前記各部分毎に定めることにより、NO_X吸蔵還元触媒の前記各部分に吸蔵された前記特定成分量を推定する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0025】

すなわち、請求項4の発明では、再生操作時にNO_X吸蔵還元触媒から脱離して還元浄化されるNO_XまたはSO_Xの量をNO_X吸蔵還元触媒の各部分毎に定める。例えば、再生操作時には触媒上流側に較べて触媒下流側に吸蔵されたNO_XまたはSO_Xは脱離しにくく脱離速度（脱離量）は小さくなる。本発明では、再生操作時にNO_X吸蔵還元触媒から脱離するNO_XまたはSO_Xの量を各部分毎の脱離速度等のNO_XまたはSO_Xの脱離特性に応じて設定することができるため、

NO_X 吸蔵還元触媒の各部分に吸蔵された NO_X または SO_X の量を正確に推定することが可能となり、 NO_X または SO_X の吸蔵量の推定に誤差が生じることが防止される。

【0026】

請求項5に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記所定の比率を前記 NO_X 吸蔵還元触媒の各部分に吸蔵されている前記特定成分量に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0027】

すなわち、請求項5の発明では NO_X 吸蔵還元触媒の各部分の NO_X または SO_X の吸蔵に関する比率は、各部分に吸蔵されている NO_X または SO_X の量に応じて設定される。 NO_X 吸蔵還元触媒は NO_X または SO_X の吸蔵量が増大するにつれて NO_X または SO_X の吸蔵能力が低下し、 NO_X または SO_X の吸蔵速度が低くなる。従って、各部分の NO_X または SO_X の吸蔵量に応じた比率で NO_X 吸蔵還元触媒全体に吸蔵される NO_X または SO_X の量を分配することにより、各部分の NO_X または SO_X の吸蔵量が正確に推定される。

【0028】

請求項6に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記所定の比率を前記 NO_X 吸蔵還元触媒の劣化の程度に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0029】

すなわち、請求項5の発明では NO_X 吸蔵還元触媒の各部分の NO_X または SO_X の吸蔵に関する比率は、触媒の劣化の程度に応じて設定される。 NO_X 吸蔵還元触媒が劣化すると NO_X または SO_X の吸蔵能力が低下し、 NO_X または SO_X の吸蔵速度が低くなる。また、触媒の熱劣化や硫黄被毒による劣化は、例えば触媒の上流側部分やコート層上層側で生じやすくなる。このため、例えばこれらの部分の NO_X または SO_X の吸蔵に関する比率を劣化が進むにつれて小さく設定するようすることにより、各部分の NO_X または SO_X の吸蔵量が正確に推定される。

【0030】

請求項7に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記所定の比率を前記 NO_X

X吸蔵還元触媒の温度に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0031】

すなわち、請求項7の発明では、NO_XまたはSO_Xの吸蔵に関する各部分の比率は触媒温度に応じて設定される。NO_X吸蔵還元触媒のNO_XまたはSO_Xの吸蔵能力は温度により変化する。また、触媒温度は触媒の各部分により異なり、例えばNO_X吸蔵還元触媒の上流側部分では下流側部分より温度が高くなる。このため、例えばこれらの部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵に関する比率を触媒温度が高くなるにつれて大きくすることにより、触媒各部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量を正確に推定することが可能となる。

【0032】

請求項8に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記所定の比率を前記NO_X吸蔵還元触媒に流入する排気の流量に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0033】

すなわち、請求項8の発明ではNO_XまたはSO_Xの吸蔵に関する各部分の比率は排気流量に応じて設定される。NO_X吸蔵還元触媒のNO_XまたはSO_Xの吸蔵能力は排気流量（空間速度）に応じて変化し、その変化特性は触媒の各部分毎に異なる。このため、排気流量に応じてNO_XまたはSO_Xの吸蔵に関する各部分の比率を設定することにより、各部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量を正確に推定することが可能となる。

【0034】

請求項9に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記所定の比率を前記NO_X吸蔵還元触媒に流入する排気中の前記特定成分濃度に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0035】

すなわち、請求項9の発明ではNO_XまたはSO_Xの吸蔵に関する各部分の比率は排気中のNO_XまたはSO_Xの濃度に応じて設定される。NO_X吸蔵還元触媒のNO_XまたはSO_Xの吸蔵速度はそれぞれ排気中のNO_XまたはSO_Xの濃度に応じ

て変化する。また、排気中のNO_X濃度やSO_X濃度は触媒内で一様ではなく、触媒の上流側から下流側に向けて濃度が低下する。従って、NO_X吸蔵還元触媒に流入する排気中のNO_XまたはSO_Xの濃度に応じてNO_X吸蔵に関する比率を設定することにより、各部分のNO_Xの吸蔵量を正確に推定することが可能となる。

【0036】

請求項10に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記NO_X吸蔵還元触媒下流側に配置した、排気酸素濃度を検出するO₂センサを備え、NO_X吸蔵還元触媒の再生操作時に前記各部分毎から脱離される前記特定成分量を前記O₂センサ出力に基づいて設定する、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0037】

すなわち、請求項10の発明では再生操作時にNO_X吸蔵還元触媒出口排気の酸素濃度に応じて各部分の脱離NO_X量または脱離SO_X量を設定する。後述するように、NO_X吸蔵還元触媒の再生操作時には、NO_X吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比がリッチ空燃比であっても、NO_X吸蔵還元触媒から吸蔵NO_XまたはSO_Xが脱離している間はNO_X吸蔵還元触媒出口排気の空燃比は理論空燃比に維持され、吸蔵NO_XまたはSO_Xの脱離が完了すると触媒出口排気の空燃比がリッチ空燃比に変化する。しかし、実際にはこの状態でNO_XまたはSO_Xの脱離が完了しているのはNO_XまたはSO_Xの吸蔵、脱離速度が大きい部分（例えば触媒上流側部分）のみであり、NO_XまたはSO_Xの吸蔵、脱離速度が小さい部分（例えば触媒下流側部分）では吸蔵されたNO_XまたはSO_Xはほとんど脱離していない。従って、NO_XまたはSO_Xの吸蔵、脱離速度の小さい部分では再生操作時に触媒出口排気の空燃比が理論空燃比からリッチ空燃比になったときに吸蔵NO_XまたはSO_Xの脱離が始まると考えて良い。このため、再生操作時に触媒出口排気空燃比を監視し、例えばこの空燃比がリッチ空燃比に変化した後リッチ空燃比が継続する時間に応じてNO_XまたはSO_Xの脱離速度が小さい部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量を低下させることにより、NO_X吸蔵還元触媒各部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量を正確に推定することが可能となる。

【0038】

請求項11に記載の発明によれば、前記再生手段は、前記NO_X吸蔵還元触媒の各部分毎に推定した前記特定成分吸蔵量の合計値に基づいて前記再生操作を実行する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0039】

すなわち、請求項11の発明では、NO_X吸蔵還元触媒の各部分毎に推定したNO_XまたはSO_Xの吸蔵量の合計に基づいて再生操作を実行する。例えば、この合計値が所定値に到達したときに再生操作を実行するようにすることにより、NO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵能力を有効に活用し、効率的なNO_XまたはSO_Xの吸蔵と還元浄化とを行うことが可能となる。

【0040】

請求項12に記載の発明によれば、前記再生手段は更に、前記NO_X吸蔵還元触媒の各部分毎に推定した前記特定成分吸蔵量のうち、特定の部分の前記特定成分吸蔵量に基づいて、前記再生操作実行時にNO_X吸蔵還元触媒に流入する排気の空燃比をリッチ空燃比に短時間維持した後に理論空燃比に維持する時間を定める、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0041】

すなわち、請求項12の発明ではNO_X吸蔵還元触媒の特定部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量に応じて、再生操作実行後に排気空燃比を理論空燃比に維持する時間を定める。例えば、再生操作実行時にNO_X吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比をリッチ空燃比に維持した後、各部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量が全てゼロになっている場合には排気空燃比を理論空燃比に維持する時間をゼロに設定して直ちにリーン空燃比運転を開始しても良いが、ある特定の部分に吸蔵NO_XまたはSO_Xが残留している状態で直ちにリーン空燃比運転を開始すると、この特定部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量が増加してしまう問題が生じるため、この特定部分からNO_XまたはSO_Xの全量が脱離するまで理論空燃比の排気を触媒に供給することが好ましい。従って、ある特定の部分（NO_XまたはSO_Xが残留しやすい部分）のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量に応じて再生操作時に排気空燃比をリッチ空燃比に維持した後の理論空燃比に維持する時間を決定することにより、この

部分へのNO_XまたはSO_Xの蓄積が防止される。

【0042】

請求項13に記載の発明によれば、前記特定の部分は、再生操作実行時に他の部分に較べて吸蔵された前記特定成分が脱離する速度が低い部分である、請求項12に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0043】

すなわち、請求項13の発明では請求項12のNO_X吸蔵還元触媒の特定の部分として、NO_XまたはSO_Xの脱離速度が他に較べて低い部分（例えば触媒下流側部分やコート層下層部分）とされる。これらの部分ではNO_XまたはSO_Xの脱離速度が低いため、再生操作完了時にも吸蔵NO_XまたはSO_Xが完全には脱離せず、NO_XまたはSO_Xが残留しやすくなっている。このため、この部分のNO_XまたはSO_Xの吸蔵量に応じて再生操作後に排気空燃比を理論空燃比に維持する時間を決定することにより、この部分へのNO_XまたはSO_Xの蓄積が生じることが防止される。

【0044】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

図1は、本発明を自動車用ガソリン機関に適用した実施形態の装置全体の基本構成概略を示す図である。

【0045】

図1において、1は機関本体、5は排気通路をそれぞれ示している。

本実施形態では、機関1は負荷条件に応じて運転空燃比が変更されるが、その運転領域の大部分で理論空燃比よりリーンな空燃比で運転される、いわゆるリーンバーンエンジンとされている。

本実施形態では、排気通路5にはNO_X吸蔵還元触媒20が配置されている。

また、図に符号30で示すのは機関1の電子制御ユニット（ECU）である。

ECU30は、RAM、ROM、CPU、入出力ポートを備えた公知のマイクロコンピュータとして構成され、本実施形態では機関1の燃料噴射制御や点火時期制御などの基本制御を行う他、後述するNO_X吸蔵還元触媒20の再生操作（リ

ツチスパイク操作) や、触媒20のNO_X吸蔵量(またはSO_X吸蔵量)の推定計算等の操作を行う。

【0046】

これらの各種操作のため、ECU30には機関1の回転数、アクセル開度(アクセルペダル(図示せず)の踏み込み量)等がそれぞれ対応するセンサから入力されている他、NO_X吸蔵還元触媒20の下流側の排気通路に配置されたO₂センサ35からNO_X吸蔵還元触媒20出口排気中の酸素濃度に対応する信号が入力されている。

【0047】

本実施形態のNO_X吸蔵還元触媒20は、例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ラントンLa、セリウムCe、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つの成分と、白金Ptのような貴金属とを担持したものである。NO_X吸蔵還元触媒20は機関1の排気空燃比がリーンのときに、排気中のNO_X(NO、NO₂)を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気の空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵したNO_Xを脱離させるとともに排気中の未燃炭化水素やCO、CO₂等により還元浄化するものである。

【0048】

すなわち、リーン空燃比運転中の機関の排気に含まれるNO_Xは一旦NO_X吸蔵還元触媒20に吸蔵され、機関1の排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比になったときに、NO_X吸蔵還元触媒20から脱離して排気中に含まれる炭化水素や、COなどの成分によりNO_X吸蔵還元触媒上で還元、浄化される。これにより、機関排気中のNO_Xが大気に排出されることが防止される。

【0049】

ところが、リーン空燃比運転が続きNO_X吸蔵還元触媒20のNO_Xの吸蔵が続くとNO_X吸蔵還元触媒20に吸蔵されたNO_X量が増大する。

NO_X吸蔵還元触媒は、NO_X吸蔵量が増大するにつれてNO_X吸蔵能力(ここ

では、流入する排気中の NO_X のうち NO_X 吸蔵還元触媒に吸蔵される NO_X の割合を NO_X 吸蔵能力または NO_X 浄化率と呼ぶ)は低下する。そして、 NO_X 吸蔵還元触媒が吸蔵可能な最大量の NO_X を吸蔵した状態(飽和状態)では、 NO_X 吸蔵還元触媒20は排気中の NO_X を全く吸蔵することができなくなり NO_X 吸蔵還元触媒20の NO_X 浄化率はゼロになる。

【0050】

従って、本実施形態では、 NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X 浄化率の低下を防止して NO_X の大気放出を防止するために、 NO_X 吸蔵還元触媒20の NO_X 吸蔵量がある程度まで増大したときにリーン空燃比運転中の機関1を短時間リッチ空燃比で運転するリッチスパイク操作を行う。

リッチスパイク操作を行うことにより、一時的に機関1の排気空燃比はリッチ空燃比になり、酸素濃度が低下するとともに排気中の未燃炭化水素や CO_2 、還元成分である CO 等の量が増大する。これにより、 NO_X 吸蔵還元触媒からは吸蔵された NO_X が脱離し、触媒上で排気中の未燃炭化水素や CO_2 、還元成分である CO 等と反応し、 N_2 に還元浄化される。

【0051】

すなわち、リッチスパイク操作を行うことにより、 NO_X 吸蔵還元触媒20からは吸蔵した NO_X が脱離し、触媒20の NO_X 吸蔵量は低下するため触媒20の NO_X 吸蔵能力が回復する。本明細書では、上記リッチスパイク操作のように NO_X 吸蔵還元触媒から NO_X を脱離させて NO_X 吸蔵能力を回復させる操作を再生操作と称する場合がある。

【0052】

ところが、再生操作では NO_X 吸蔵還元触媒にリッチ空燃比の排気を供給するために機関を短時間リッチ空燃比で運転する必要が生じる。このため、例えば NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X 吸蔵量がまだ増大しておらず充分に NO_X 吸蔵能力が残っている状態であるにもかかわらず再生操作を実行すると、 NO_X 吸蔵還元触媒の吸蔵能力を有効に活用できなければなく再生操作実行頻度が増大し、機関の燃料消費量が増大する問題がある。

【0053】

また、 NO_X 吸蔵量が過度に増大するまで再生操作を実行しないと、機関が NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X 吸蔵能力が低下した状態で運転される時間が長くなり NO_X の大気への放出量が増大する問題がある。

このため、 NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X 吸蔵能力を有効に活用して排気浄化を行い、燃料消費量の増大や排気性状の悪化を防止するためには、 NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X 吸蔵量を正確に把握して適切なタイミングで再生操作を実行する必要がある。

【0054】

なお、前述したように NO_X 吸蔵還元触媒は、 NO_X とまったく同様に SO_X の吸蔵と脱離とを行い、 SO_X 吸蔵量の増大とともに NO_X と SO_X の吸蔵能力が低下する。このため、 NO_X 吸蔵能力回復のためには NO_X の場合と同様な再生操作が必要となる。この再生操作にはリッチ空燃比排気を NO_X 吸蔵還元触媒に供給する時間が長く、触媒温度を上昇させる必要がある点を除けば NO_X 脱離のための再生操作と全く同様である。

従って、 SO_X の吸蔵についても NO_X の吸蔵と同様に吸蔵量を正確に把握して適切なタイミングで再生操作を実行する必要がある。

以下の実施形態では、 NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X の吸蔵と脱離とに例をとって説明するが、 SO_X の場合についても以下の実施形態が成立する。

従って、本明細書では重複を避けるため SO_X の場合についての実施形態を別途記載することはしないが、以下の各実施形態で適宜「 NO_X 」を「 SO_X 」と読み替えることにより SO_X の場合についても全く同じ実施形態が成立することに留意されたい。

【0055】

前述の特開平7-139340号公報の装置では、 NO_X カウンタを用いて NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X 吸蔵量を推定しているものの、 NO_X 吸蔵還元触媒の各部分での NO_X の吸蔵、脱離の状態を触媒全体にわたって均一と仮定し、単一の NO_X カウンタを用いて NO_X 吸蔵量を算出しているため NO_X 吸蔵量の推定に誤差が生じる場合があることは前述した。

【0056】

本実施形態では、 NO_X 吸蔵還元触媒を複数の部分に分けて、それぞれの部分に互いに独立して操作可能な NO_X カウンタを設け、これらの NO_X カウンタをそれぞれの部分の NO_X の吸蔵、脱離特性に応じて増減することにより上記問題を解決している。

すなわち、 NO_X 吸蔵還元触媒の各部分の NO_X の吸蔵、脱離特性はそれぞれ異なっている。例えば、 NO_X 吸蔵還元触媒には NO_X を吸蔵しやすい部分（ NO_X の吸蔵速度が大きい部分）と吸蔵しにくい部分（吸蔵速度が小さい部分）とがあり、触媒に流入する排気中の NO_X はまず吸蔵しやすい部分に優先的に吸蔵され、ある程度吸蔵しやすい部分の NO_X 吸蔵量が増大してから吸蔵しにくい部分での NO_X 吸蔵がはじまる傾向がある。また、 NO_X 吸蔵還元触媒の再生操作時にも NO_X はまず上記吸蔵しやすい部分から脱離し、この部分である程度脱離が進んでから吸蔵しにくい部分で脱離が始まる傾向がある。

【0057】

上記 NO_X を吸蔵しやすい部分としては、例えば NO_X 吸蔵還元触媒の上流側部分（入口部分）があり、吸蔵しにくい部分としては、例えば NO_X 吸蔵還元触媒の下流側部分（出口部分）がある。すなわち、 NO_X 吸蔵還元触媒に流入する排気はまず入口部分で触媒と接触するため、入口部分の触媒の NO_X 吸蔵能力が高いことは排気中の NO_X の大部分がこの部分に吸蔵され出口部分まで到達する NO_X 量は少なくなる。このため、吸蔵時には排気中の NO_X はまず NO_X 吸蔵還元触媒の上流側部分（入口部分）に吸蔵され、この部分の吸蔵能力がある程度低下してから初めて下流側部分（出口部分）に吸蔵されるようになる。従って、 NO_X 吸蔵還元触媒の上流側部分では NO_X が吸蔵されやすく短時間で NO_X の吸蔵量が増大するが、下流側部分では NO_X が吸蔵されにくく、 NO_X の吸蔵量の増大速度は小さくなる。

【0058】

また、再生操作時にも同様な現象が生じる。例えば、リッチ空燃比の排気が NO_X 吸蔵還元触媒に流入すると、この排気はまず入口部分の触媒と接触し、この部分から NO_X を脱離させ還元する。これにより、排気中の未燃炭化水素や CO 等の成分の多くが NO_X 吸蔵還元触媒の入口部分で脱離した NO_X の還元に消費さ

れてしまい、触媒出口部分に到達する排氣中に含まれる未燃炭化水素やCO等の成分量は少なくなる。また、後述するように出口部分に至るまでにNO_Xの還元のために排氣空燃比は理論空燃比近傍まで上昇しているため、出口部分ではNO_Xの脱離が生じにくくなる。このため、NO_X吸蔵還元触媒の再生操作時にも、NO_X吸蔵還元触媒の上流側部分ではNO_Xが脱離しやすく短時間でNO_Xの吸蔵量が減少するが、下流側部分ではNO_X吸蔵量の減少速度が小さくなるのである。

【0059】

また、上記のようにNO_Xを吸蔵しやすい部分と吸蔵しにくい部分としては、上流側部分や下流側部分だけでなく、例えば触媒のコート層の上層部分も排氣と最初に接触するためNO_Xを吸蔵、脱離しやすく、コート層下層部分は上層部分と接触した後の排氣と接触するためNO_Xを吸蔵、脱離しにくい特性を有する。

本実施形態では、NO_X吸蔵還元触媒のNO_Xを吸蔵しやすい部分の吸蔵、脱離特性に適合した増減特性を設定した第1のNO_Xカウンタと、吸蔵しにくい部分の吸蔵、脱離特性に適合した増減特性を設定した第2のNO_Xカウンタとを用いることにより、それぞれの部分に吸蔵されたNO_X量を推定する。

【0060】

図2は、本実施形態のNO_Xカウンタ増減の基本操作を説明するフローチャートである。本操作はECU30により一定時間毎に実行されるルーチンとして行われる。

図2のフローチャートでは、ステップ203から209がリーン空燃比運転時におけるNO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵に対応してNO_XカウンタNC1、NC2を増大させる操作、ステップ211から223が再生操作（リッチスパイク操作）や運転条件の変化による負荷の増大などによる理論空燃比運転またはリッチ空燃比運転が行われた場合のNO_X吸蔵還元触媒からのNO_Xの脱離に対応してNO_XカウンタNC1、NC2を減少させる操作である。

【0061】

NO_X吸蔵還元触媒20は、流入する排氣の空燃比がリーンのときに排氣中のNO_Xを吸蔵し、流入する排氣の空燃比がリッチまたは理論空燃比になったときに吸蔵したNO_Xを脱離させ還元浄化する。そこで、図2の操作では、まずステ

ップ201で現在リーン空燃比運転が行われているか否かが判定され、リーン空燃比運転が行われている場合にはステップ203から239のNO_Xカウンタ増大操作が、リーン空燃比運転が行われていない場合（すなわち、理論空燃比またはリッチ空燃比運転（リッチスパイク操作を含む）が行われている場合）にはステップ211から223のNO_Xカウンタ減少操作が、それぞれ行われる。

【0062】

ステップ203から209の増大操作では、まずステップ203で機関の単位時間（図2の操作の実行間隔）当たりのNO_X発生量NAが算出される。

機関の単位時間当たりのNO_X発生量は、機関の回転数、負荷（燃料噴射量またはアクセルペダル踏み込み量）等の運転条件により定まる。また、リーン空燃比運転中には、NO_X吸蔵還元触媒20のNO_X吸蔵能力が高い間は、機関で発生したNO_X（すなわちNO_X吸蔵還元触媒に流入するNO_X）の全量がNO_X吸蔵還元触媒に吸蔵されると考えられる。

【0063】

そこで、本実施形態では、予め実際の機関を用いて機関の回転数、負荷を変化させて機関の単位時間当たりのNO_X排出量を測定し、それぞれの運転条件におけるNO_X排出量を回転数と負荷とをパラメータとした数値テーブルの形でECU30のROMに格納してある。ステップ203では、機関の現在の回転数と負荷とに基づいて、上記数値テーブルから現在の運転状態における機関の単位時間当たりのNO_X発生量をNAを読み出す。

【0064】

なお、実際には機関で発生したNO_Xの全量がNO_X吸蔵還元触媒に吸蔵される訳ではなく、NO_X吸蔵還元触媒の吸蔵能力が高い場合でも触媒に吸蔵されずに通過するNO_Xがわずかに存在する。そこで、本実施形態では、NAの値は機関の単位時間NO_X発生量に所定の比率（流入する排気中のNO_XのうちNO_X吸蔵還元触媒に吸蔵されるNO_Xの比率であり、本実施形態では略1.0に近い値とされる）を乗じたものとしている。

【0065】

次に、ステップ205では上記により算出したNO_X量NAを第1と第2のN

NO_X カウンタNC1とNC2とに振り分けるための分配係数rが算出される。

すなわち、本実施形態では、 NO_X 吸蔵還元触媒20内に NO_X を吸蔵しやすい部分と吸蔵しにくい部分とがあることを考慮して、 NO_X 吸蔵還元触媒20に流入する NO_X の量NAを各部分の NO_X 吸蔵特性（吸蔵しやすさ）に応じて各部分に分配しているのである。

【0066】

すなわち、ステップ207と209とではステップ205で算出した分配係数rを用いて、カウンタNC1とNC2とが、それぞれ $(1 - r) \times NA$ 及び $r \times NA$ だけ増大される。

本実施形態では、カウンタNC1は比較的 NO_X を吸蔵しやすい部分（第1の部分、例えば触媒上流側部分やコート層上層部等）に吸蔵された NO_X の量を表し、カウンタNC2は比較的 NO_X を吸蔵しにくい部分（第2の部分、例えば触媒下流側部分やコート層下層部等）に吸蔵された NO_X の量を表している。分配係数rは、これらの部分の NO_X の吸蔵速度（吸蔵しやすさの程度）に応じて定められる係数（ $0 \leq r \leq 1$ ）である。このように、 NO_X 吸蔵還元触媒20の各部分の NO_X 吸蔵特性に応じて各部分に吸蔵される NO_X 量を分配することにより、 NO_X 吸蔵還元触媒が吸蔵する NO_X の量を正確に推定することが可能となる。

【0067】

例えば、再生操作実施直後で第1の部分の吸蔵能力が充分に高いような場合には、触媒に流入する NO_X のほぼ全量が第1の部分に吸蔵され、第2の部分にはほとんど NO_X が到達しないため NO_X は吸蔵されない。この場合には、分配係数rは0に近い値に設定され、第1の NO_X カウンタが比較的大きな速度で増大し、第2のカウンタの増大速度は非常に小さくなる。

【0068】

また、第1の部分にかなりの量の NO_X が吸蔵された状態になると、第1の部分では NO_X の吸蔵能力が低下し、第2の部分にも NO_X が到達するようになり第2の部分に吸蔵される NO_X 量が増大する。従ってこのような場合には、分配係数は比較的大きな値に設定され、第1の NO_X カウンタNC1の増大速度は小さく、第2の NO_X カウンタNC2の増大速度は大きくなる。

【0069】

なお、分配係数 r の設定方法については後に詳述する。

ステップ203から209の操作により、リーン空燃比運転中にNO_X吸蔵還元触媒20に流入する排気中のNO_XはNO_X吸蔵還元触媒の各部分に、それぞれの部分の吸蔵特性に応じた量だけ吸蔵されるようになる。

次にステップ211から223のNO_Xカウンタ減少操作について説明する。

【0070】

NO_X吸蔵還元触媒に流入する排気の空燃比が理論空燃比以下になると、NO_X吸蔵還元触媒20に吸蔵されたNO_Xが触媒から脱離するが、この場合の脱離量（速度）は排気空燃比により異なり排気空燃比がリッチになるほど大きくなる。また、NO_Xの脱離の場合にも例えば触媒の前述の第1の部分では脱離速度が大きく、第2の部分では小さい。また、例えば触媒上流側部分やコート層上層部分等の第1の部分でNO_Xが脱離している間は、第1の部分から脱離したNO_Xの還元のために排気中の未燃炭化水素や還元成分などが消費されるため、触媒下流側部分やコート層下層部分等の第2の部分ではNO_Xの脱離はほとんど生じない。

【0071】

従って、本実施形態では例えば触媒に流入する排気空燃比のリッチの程度と、触媒の第1の部分でのNO_X吸蔵量等に応じて第1のNO_Xカウンタと第2のNO_Xカウンタとの減少速度を設定する。

すなわち、図2のステップ201で理論空燃比またはリッチ空燃比運転が行われている場合には、ステップ211に進み第1と第2のNO_Xカウンタの減少速度NR1とNR2とが算出される。ここで、NR1とNR2とは、排気空燃比が低い（リッチな）ほど大きな値に設定され、更にリッチ空燃比運転開始後の経過時間に応じて変更される。なお、減少速度NR1とNR2との設定については後に詳述する。

【0072】

次いでステップ213では、第1のNO_XカウンタNC1がステップ211で算出した減少速度NR1だけ減量され、ステップ215と217とでは、低減した後のNC1の値が0より小さく（負に）ならないようにガードされる。また、

ステップ219から221では、同様に第2のNO_XカウンタNC2の値がNR2だけ減量され、負にならないようにガードさされる。

【0073】

このように、NO_X脱離時にNO_X吸蔵還元触媒の各部分から脱離するNO_X量を個別に定めることにより、正確にNO_X吸蔵還元触媒中のNO_X吸蔵量を推定することが可能となる。

次に、図2のステップ205で設定される分配係数rの設定例について説明する。

【0074】

分配係数rの設定方法としては、例えば以下のような方法がある。

- (1) rを固定値とする方法。
- (2) NO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵量に応じてrを設定する方法。
- (3) NO_X吸蔵還元触媒の劣化程度に応じてrを設定する方法。
- (4) NO_X吸蔵還元触媒の温度に応じてrを設定する方法。
- (5) 排気流量に応じてrを設定する方法。
- (6) 流入する排気中のNO_X濃度に応じてrを設定する方法。

以下、それぞれについて説明する。

【0075】

- (1) rを固定値とする方法。

前述のように、触媒の第1の部分ではNO_Xが吸蔵されやすく、第2の部分では吸蔵され難い。このため、第1のNO_Xカウンタの増大速度は第2のNO_Xカウンタの増大速度より大きくなる。従って、近似的にrの値を $(1 - r) > r$ となるように固定して第1と第2のNO_Xカウンタを増大させるようにすることもできる。

この場合、rの値（固定値）は実際のNO_X吸蔵還元触媒を用いた実験により使用する触媒に最適な値を設定する。

【0076】

- (2) NO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵量に応じてrを設定する方法。

前述したように、NO_X吸蔵還元触媒の第1の部分のNO_X吸蔵能力が大きい状

態では、流入する排気中のNO_Xのほとんどは第1の部分に吸収されてしまい、第2の部分にはNO_Xがほとんど到達しない。しかし、第1の部分に吸収されたNO_X量が増大するにつれて第1の部分のNO_X吸収能力は低下するため、次第に第1の部分に吸収されるNO_X量が低下する。これにより、第2の部分に到達して吸収されるNO_X量が増大するようになる。

【0077】

このため、例えば分配係数rの値を第1の部分に吸収されたNO_X量、すなわち第1のNO_Xカウンタの値に応じて変化させるようにすれば、各部分のNO_X吸収量をより正確に推定することができる。

図3は、本実施形態における第1のNO_XカウンタNC1と分配係数rとの関係を示す図である。図3に示すように、NC1の値が小さく第1の部分にほとんどNO_Xが吸収されていない状態ではrの値は略0に近い値にセットされ、NC1の増大速度はNAに近い値になる（図2ステップ207）。すなわち、流入するNO_Xの略全量がNO_X吸収還元触媒20の第1の部分に吸収される。

【0078】

また、NC1の値が増大するにつれて、すなわち第1の部分に吸収されるNO_Xの量が増大するにつれてrの値は増大し、次第に第2の部分に吸収されるNO_Xの比率が増大するようになる。

なお、上記のように吸収量に応じて分配係数rの値を設定する場合に、近似的に再生操作完了後のリーン空燃比運転開始からの経過時間に応じてrを設定するようにすることもできる。図4は、リーン空燃比開始後の経過時間に応じてrを設定する場合の設定カーブを示し、縦軸はrを、横軸は再生操作終了後のリーン空燃比運転開始からの経過時間を示している。図4のようにrを経過時間に応じて変化させることによっても各部分のNO_X吸収量を正確に推定することができる。

【0079】

また、例えば、リーン空燃比運転開始後一定時間まではr=0（すなわち、NO_Xの全量が第1の部分のみに吸収される）として、一定時間経過後rを一定値（例えばr=0.5）または、時間とともに増大する値として設定するようにし

ても良い。この場合、リーン空燃比運転開始後、一定時間が経過するまでは第2のNO_Xカウンタの値は一定値のままであり、上記一定時間が経過すると増大を開始するようになる。

【0080】

(3) NO_X吸蔵還元触媒の劣化程度に応じてrを設定する方法。

NO_X吸蔵還元触媒20の第1の部分（例えば触媒上流側部分やコート層の上層部分）はNO_Xが吸蔵されやすい部分であるが、このことは逆に言えば触媒の劣化の進行が速い部分であるとも言える。例えば、触媒上流側部分やコート層上層部分では接触する排気の温度が高いために熱劣化が生じやすい。また、排氣中に硫黄分が含まれると、硫黄はNO_Xと同様にNO_X吸蔵還元触媒に吸蔵され、硫黄分の蓄積により再生操作によってもNO_X吸蔵能力が回復しない、いわゆる硫黄被毒が生じる。この硫黄被毒も当然にNO_Xが吸蔵されやすい第1の部分に生じやすい。

【0081】

従って、触媒の劣化が進むと第1の部分では第2の部分より劣化の進行が速くNO_X吸蔵能力の低下が大きくなる。

図5は、本実施形態における分配係数rの設定例を説明する図である。図5の例では、毎回のNO_X吸蔵時には図4と同様にリーン空燃比運転開始後の経過時間に応じてrを設定するが、触媒の劣化程度が進むにつれてrの値が短時間で増大するようにrの設定カーブ 자체を変更するようにしている。

【0082】

図5において、カーブ1は触媒の劣化が生じていない場合のr設定カーブ、カーブ2は触媒の劣化が進行した状態でのrの設定カーブを、それぞれ示している。図5に示すように、本実施形態では触媒が劣化した場合（カーブ2）には劣化していない場合（カーブ1）に較べて、リーン空燃比運転開始後短時間でrの値が増大するように設定されている。

【0083】

なお、触媒の劣化程度の検出は公知のいずれの方法を用いても良いが、簡易に触媒の累積使用時間を劣化程度を表すパラメータとして使用し、累積使用時間が

増大するほど触媒が劣化したと仮定するようにしてもよい。

このように、劣化程度に応じて r の値を変化させることにより、触媒の劣化状態にかかわらず触媒の NO_x 吸収量を正確に推定することが可能となる。

【0084】

(4) NO_x 吸収還元触媒の温度に応じて r を設定する方法。

NO_x 吸収還元触媒の NO_x 吸収能力は触媒温度に応じて変化する。例えば、通常の NO_x 吸収還元触媒は比較的狭い温度範囲で高い NO_x 吸収能力を示すが、この温度範囲から外れると NO_x 吸収能力が低下する。

一方、 NO_x 吸収還元触媒の第1の部分は第2の部分に較べて排気温度の影響を受けやすく、排気温度とともに触媒温度が変化する。このため、排気温度が高くなると第1の部分では少ない NO_x 吸収量でも大きく NO_x 吸収能力が低下するようになり、リーン空燃比運転開始後短時間で NO_x 吸収能力が低下する。

【0085】

また、排気温度が低くなった場合にも同様にリーン空燃比運転開始後短時間で NO_x 吸収能力が低下する。

そこで、本実施形態では触媒温度（排気温度）に応じて r の設定を変化させるようにしている。

図6は、図4のように毎回の NO_x 吸収時に時間とともに r の値を変化させる際に上記触媒温度の変化を考慮する場合を示している。

図6においてカーブ1は、触媒の吸収能力が最も高くなる温度（例えば670°K程度）の場合の r 設定カーブを示し、カーブ2及びカーブ3は触媒の NO_x 吸収能力が許容限度付近まで低下する高温側の温度（例えば720°K程度）と低温側の温度（例えば570°K程度）における r 設定カーブをそれぞれ示している。

【0086】

カーブ2及びカーブ3では、いずれも触媒の第1の部分が比較的少量の NO_x を吸収しただけで NO_x 吸収能力が大きく低下するため、カーブ1に較べてリーン空燃比運転開始後短時間で r の値が増大するように設定されている。

図6のように触媒温度（排気温度）に応じて r の値を設定することにより、触

媒温度（排気温度）の変化にかかわらず正確に NO_x 吸収還元触媒の NO_x 吸収量を推定することが可能となる。

【0087】

（5）排気流量に応じて r を設定する方法。

排気流量が大きい場合には、触媒における空間速度が大きくなり触媒に NO_x が吸収されやすくなる。このため、特に触媒の第1の部分では NO_x の吸収量の増大速度が速くなり、リーン空燃比運転開始後比較的短時間で NO_x 吸収能力が低下する。このため、排気流量が大きい場合には、排気流量が小さい場合にくらべて分配係数 r がリーン空燃比運転開始後短時間で増大するように設定することにより、排気流量による NO_x 吸収量推定の誤差を排除することができる。

【0088】

図7は、図4のように毎回の NO_x 吸収時に時間とともに分配係数 r の値を変化させる際に上記の排気流量の変化を考慮した r の設定を示している。

図7においてカーブ1は排気流量が比較的少ない場合の r の設定カーブを、カーブ2はカーブ1より流量が増大した場合、カーブ3はカーブ2より更に流量が増大した場合の r の設定カーブを、それぞれ示している。図7に示すように、 R の値は排気流量が増大するにつれて、リーン空燃比運転開始後短い時間で増大するように設定されている。

【0089】

（6）流入する排気中の NO_x 濃度に応じて r を設定する方法。

排気 NO_x 濃度が高い場合には、触媒に NO_x が吸収されやすくなり特に触媒の第1の部分では NO_x 吸収量が速く増大する。この場合も、リーン空燃比運転開始後短時間で第1の部分では NO_x 吸収量の増大のために NO_x 吸収能力が低下する。従って、排気の NO_x 濃度が高い場合には分配係数 r の値もリーン空燃比運転開始後短時間で増大するように設定する必要がある。

【0090】

図8は、図4と同様に毎回の NO_x 吸収時に時間とともに分配係数 r の値を変化させる際に上記の排気流量の変化を考慮した r の設定を示している。

図8においてカーブ1、カーブ2、カーブ3は排気 NO_x 濃度が低い場合（カ

ーブ1) からNO_X濃度が増大した場合(カーブ2、3)のrの設定を示している。図8に示すように、rの値は排気NO_X濃度が増大するにつれて、リーン空燃比運転開始後短時間で増大するように設定されている。

【0091】

図8のように、排気NO_X濃度に応じて分配係数rを設定することにより排気NO_X濃度の変化にかかわらず正確にNO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵量を推定することが可能となる。

なお、上記(5)、(6)では排気流量と排気NO_X濃度とに応じて別個に分配係数rを設定する方法を説明したが、触媒に単位時間当たりに流入するNO_X量が大きいほど触媒の第1の部分に吸蔵されるNO_X量は増大する。従って、排気流量と排気NO_X濃度とを別個に考慮するのではなく、排気流量と排気NO_X濃度との積、或いは機関の単位時間当たりのNO_X発生量NAに応じて(例えばNAが大きいほど短時間でrが増大するように)rの値を設定することも可能である。

【0092】

上記のように、種々の条件を考慮することにより、リーン空燃比運転時に排気からNO_X吸蔵還元触媒の各部分に吸蔵されるNO_X量を正確に推定することが可能となる。しかし、NO_X吸蔵還元触媒に吸蔵保持されているNO_Xの量を正確に推定するためには、排気から触媒に吸蔵されるNO_X量を正確に推定するだけでは足りず、リッチ空燃比運転時にNO_X吸蔵還元触媒の各部分から脱離するNO_X量をも正確に推定する必要がある。

【0093】

前述したように、NO_X吸蔵還元触媒の第2の部分では第1の部分に較べて吸蔵されたNO_Xが脱離しにく再生操作時にもNO_X吸蔵量の減少速度は小さくなる。このため、例えば図2のようにNO_Xカウンタを用いて吸蔵量を推定する際には第2の部分におけるNO_X吸蔵量の減少速度を第1の部分と同一としていると第2の部分のNO_X吸蔵量の推定が不正確になる。

【0094】

そこで、本実施形態では図2ステップ211のように、リッチ空燃比運転時の

NO_X カウンタの減少速度の値を第1の部分と第2の部分とで異なる値（N R 1、N R 2）に設定している。

すなわち、本実施形態では第2の部分における減少速度N R 2は上記脱離速度の相違を考慮して、第1の部分における減少速度N R 1より小さな値に設定されている。これにより、再生操作などのリッチ空燃比運転時に NO_X 吸蔵還元触媒の各部分から脱離する NO_X 量をより正確に推定することができるため、リーン空燃比運転時に NO_X 吸蔵還元触媒に吸蔵される NO_X 量とともに各部分から脱離する NO_X 量を用いることにより、 NO_X 吸蔵還元触媒に現在吸蔵保持されている NO_X 量を正確に推定することが可能となる。

【0095】

なお、 NO_X 吸蔵還元触媒からの NO_X の脱離速度は他の条件が一定であれば触媒に流入する排気の空燃比が低いほど（リッチなほど）大きくなる。また、各部分からの脱離速度は触媒の種類、サイズによっても変化する。このため、本実施形態では予め実際の NO_X 吸蔵還元触媒を用いて流入する排気空燃比を変化させて各部分における NO_X の脱離速度を実験により求めてあり、ECU30のROMに空燃比と各部分の NO_X カウンタ減少速度N R 1、N R 2との関係を格納してある。図2のステップ211では、機関の空燃比からこの関係を用いてリッチ空燃比運転時の触媒の各部分における NO_X カウンタの減少速度を算出している。

【0096】

次に、本実施形態の再生操作について説明する。

前述したように、本実施形態では NO_X 吸蔵還元触媒から NO_X を脱離させるべきときに再生操作を行い、 NO_X 吸蔵還元触媒の NO_X 吸蔵力を回復させる。

また、本実施形態では、再生操作として機関1を短時間リッチ空燃比で運転し、 NO_X 吸蔵還元触媒20にリッチ空燃比の排気を供給するリッチスパイク操作を実施し、 NO_X 吸蔵還元触媒から NO_X を脱離させるべきか否かの判断、すなわちリッチスパイク操作を実行すべきか否かの判断は各部分の NO_X カウンタNC1、NC2の値に基づいて行う。

【0097】

以下、リッチスパイク操作を実行すべきか否かの判断について説明する。

本実施形態では、第1のNO_XカウンタNC1と第2のNO_XカウンタNC2との和（NC1+NC2）の値が予め定めた判定値に到達したときにリッチスパイク操作を実行するようにしている。

前述したように、触媒の第1の部分ではNO_Xが吸蔵されやすく、かつ脱離しやすい。このため、リッチスパイク操作を行うと触媒の第1の部分では吸蔵NO_Xのほとんどが脱離してNO_X吸蔵量は略ゼロになる。一方、触媒の第2の部分ではNO_Xが吸蔵されにくく、しかも脱離しにくい。このため、リッチスパイク操作を行っても、触媒の第2の部分では吸蔵したNO_Xの一部が脱離せずに残留する場合がある。この場合にはNO_Xの吸蔵、脱離を繰り返す毎に触媒の第2の部分にはNO_Xが蓄積されるようになる。

【0098】

また、前述したようにリーン空燃比運転開始直後はNO_X吸蔵還元触媒の第1の部分のNO_X吸蔵能力が高いため、流入するNO_Xのほとんどが第1の部分に吸蔵されるが、リーン空燃比運転開始後時間が経過するにつれて触媒の第1の部分ではNO_X吸蔵量の増大のために吸蔵能力が低下し、流入したNO_Xのうち触媒の第2の部分に吸蔵されるものの割合が増大する。

【0099】

この場合、触媒の第2の部分のNO_X吸蔵量が増大しておりNO_X吸蔵能力が低下していると、触媒の第1の部分を通過して第2の部分に到達したNO_Xが第2の部分に吸蔵されずに触媒を通過してしまう可能性がある。

また、逆にNO_X吸蔵還元触媒の第1の部分で多少NO_X吸蔵量が増大した場合でも、触媒の第2の部分のNO_X吸蔵量が少なく、充分なNO_X吸蔵能力が残っている場合には、第1の部分を通過したNO_Xはその全量が第2の部分に吸蔵される。

【0100】

このため、NO_X吸蔵還元触媒のNO_X吸蔵能力を回復させる操作を実行すべきか否かは、第1の部分と第2の部分との両方のNO_X吸蔵量を考慮して判断する必要がある。

そこで、本実施形態では第1の部分と第2の部分とのNO_X吸蔵量の和が所定値を越えないように、すなわちNO_XカウンタNC1とNC2との和が所定の判定値に到達する毎にリッチスパイク操作を行うようにしている。

【0101】

これにより、例えば触媒の第2の部分に残留したNO_X量が少なく、第2の部分の吸蔵能力が高い間は、触媒の第1の部分のNO_X吸蔵量が比較的大きな値に到達するまで再生操作は実行されず、逆に触媒の第2の部分に残留したNO_X量が増大している場合には、第1の部分のNO_X吸蔵量が比較的少ない状態でもリッチスパイク操作が実行されるようになり、触媒の各部分のNO_X吸蔵還能力を効果的に利用することが可能となる。

【0102】

具体的には、本実施形態ではECU30は別途実行される図示しないルーチンにより、第1と第2のNO_Xカウンタの合計（NC1+NC2）の値を一定時間毎に監視し、この合計値が予め定めた所定値に到達する毎に、リッチスパイク操作を実行することにより、各部分のNO_X吸蔵量が所定値を越えないようにしている。

【0103】

次に、本実施形態におけるリッチスパイク操作の終了タイミングについて説明する。リッチスパイク操作を継続する時間は一定値としても良いが、本実施形態ではNO_X吸蔵還元触媒20の下流側排気通路に配置したO₂センサ35の出力に基づいてリッチスパイク操作の終了タイミングを判定している。

すなわち、リッチスパイク操作が開始されるとNO_X吸蔵還元触媒20に流入する排気の空燃比はリッチになり、触媒からは吸蔵されたNO_Xが脱離して触媒上で排気中の未燃炭化水素やCO等の成分と反応してN₂に還元される。従って、触媒からNO_Xが脱離して還元されている間は排気中の未燃炭化水素やCO等の成分がNO_Xの還元により消費されるため、NO_X吸蔵還元触媒出口では排気中の未燃炭化水素やCO等の量が減少し、相対的に排気中の酸素濃度が増大するため空燃比は理論空燃比近傍になる。すなわち、リッチスパイク操作中、NO_X吸蔵還元触媒からNO_Xが脱離している間は、NO_X吸蔵還元触媒20下流側のO₂

センサ35で検出した排気酸素濃度は、理論空燃比に相当する値に維持される。また、NO_x吸蔵還元触媒からのNO_xの脱離が完了して触媒から脱離するNO_xがなくなると、排気中の未燃炭化水素やCO等が触媒下流側にも到達するようになるため、O₂センサ35で検出した排気酸素濃度は上流側と同じリッチ空燃比に対応した値になる。

【0104】

本実施形態では、上記を利用してリッチスパイク操作開始後NO_x吸蔵還元触媒20下流側のO₂センサ35で検出した排気酸素濃度が理論空燃比相当値からリッチ空燃比相当値に変化したときにリッチスパイク操作を終了するようにしている。

ところが、このようにO₂センサ35で検出した排気酸素濃度のみに基づいてリッチスパイク操作を実行していると、触媒の第2の部分ではNO_xの脱離が不十分になる問題がある。

【0105】

前述したように、NO_x吸蔵還元触媒の第1の部分ではNO_xの脱離速度が大きいため、流入した排気中の未燃炭化水素やCO等のNO_x浄化に寄与する成分はそのほとんどが第1の部分で消費されてしまい、第2の部分には到達しない。第1の部分からのNO_xの脱離が完了すると、流入した排気中の未燃炭化水素やCO等の成分が触媒の第2の部分に到達して、第2の部分からNO_xが放出されるようになるが、第2の部分ではNO_xの脱離速度が第1の部分より小さいため排気中の未燃炭化水素やCO等の一部しか消費されず、残りは触媒を通過するようになる。

【0106】

このため、NO_x吸蔵還元触媒20下流側のO₂センサ35の出力は、実際には第1の部分でNO_xの脱離が完了すると理論空燃比相当値からリッチ空燃比相当値に変化してしまう。従って、O₂センサ35の出力に基づいてリッチスパイク操作を終了していると、触媒の第2の部分ではNO_xが脱離しないうちにリッチスパイク操作が終了してリーン空燃比運転が開始されてしまうため、第2の部分ではNO_x吸蔵量が増大する問題がある。

【0107】

このため、本実施形態では、リッチスパイク操作時にO₂センサ35出力が理論空燃比からリッチ空燃比に変化したときに直ちにリッチスパイクを終了するのではなく、その後もリッチ空燃比運転をつづけ、センサ35出力がリッチ空燃比相当値に変化したときに第2の部分におけるNO_X吸収量の減少が開始したと考える。すなわち、本実施形態では、リッチスパイク操作が開始されると第1のNO_XカウンタNC1の値は直ちに減少を始めるが、O₂センサ35の出力が理論空燃比相当値の間は第2のNO_XカウンタNC2の値は減少させずそのままに維持し、O₂センサ35の出力が理論空燃比からリッチ空燃比に変化してから減少を開始させる。

【0108】

また、例えば運転上の要求などでO₂センサ35出力がリッチ空燃比に変化した後に充分な時間空燃比をリッチに維持することができずにリーン空燃比運転を再開する場合には、O₂センサ35出力がリーンからリッチに変化したときから第2のNO_XカウンタNC2の値の増大を開始するようにしてもよい。

このように、再生操作時、及びその後にNO_X吸収還元触媒20下流側のO₂センサ35出力に基づいて第2のNO_Xカウンタを増減することにより、第2の部分に吸収保持されたNO_Xの量を正確に推測することが可能となる。

【0109】

次に、リッチスパイク操作の別の実施形態について説明する。

上記の実施形態ではリッチスパイク操作時に、NO_X吸収還元触媒20下流側のO₂センサ35出力が理論空燃比相当値からリッチ空燃比相当値に変化した後もリッチ空燃比運転を継続している。しかし、この場合には第2の部分では排気中の未燃炭化水素などの全量が消費されないため、残りの炭化水素が触媒を通過して大気に放出されるおそれがある。

【0110】

また、リッチスパイク実行毎にリッチスパイク保持時間を延長していたのでは機関燃料消費量も増大する問題がある。

そこで、本実施形態ではリッチスパイク実行時に、下流側O₂センサ35出力

が理論空燃比からリッチ空燃比に変化すると同時に機関を理論空燃比で運転するようとする。理論空燃比においても、触媒の第2の部分では吸蔵NO_Xが脱離して第2の部分のNO_X吸蔵量が低下する。触媒に流入する排気の空燃比を理論空燃比に維持して第1の部分に続いて第2の部分からのNO_Xの脱離を行わせることにより、未燃炭化水素等の大気放出が防止される。

【0111】

また、この場合にリッチスパイク毎にその後理論空燃比運転を行っていたのでは、機関の燃料消費量が増大するおそれがある。そこで、本実施形態ではリッチスパイク操作時に理論空燃比運転を行うのは、第2のNO_Xカウンタが予め定めた判定値まで増大したときのみとし、機関の燃料消費量増大を防止している。

すなわち、本実施形態におけるリッチスパイク操作時には第1と第2のNO_Xカウンタの値に応じて以下の操作が行われる。

【0112】

- 1) リッチスパイク操作は第1と第2のNO_Xカウンタの合計値（NC1+NC2）が予め定めた判定値に到達したときに開始する。
- 2) このとき、NO_X吸蔵還元触媒20下流側のO₂センサ35出力が理論空燃比相当値である場合には、第2のNO_XカウンタNC2の値はリッチスパイク操作開始前の値に保持し減少させない。

【0113】

- 3) 第2のNO_XカウンタNC2の値が予め定めた所定値以下の場合には、リッチスパイク操作はO₂センサ35出力が理論空燃比相当値からリッチ空燃比相当値に変化したときに終了し、機関のリーン空燃比運転を再開する。
- 4) 第2のNO_XカウンタNC2の値が上記所定値より大きい値になっている場合には、リッチスパイク操作時にO₂センサ35出力が理論空燃比相当値からリッチ空燃比相当値に変化したときに機関のリッチ空燃比運転を終了し、機関を理論空燃比で運転する。

【0114】

- 5) 上記理論空燃比運転では、第2のNO_XカウンタNC2の値を減少させ、NC2の値が予め定めた下限値まで減少したときに理論空燃比運転を終了して機

関のリーン空燃比運転を再開する。

上記のようにリッチスパイク操作を行うことにより、排気性状の悪化や燃料消費量の増大を生じることなく NO_x 吸収還元触媒の各部分の吸収能力を効率的に使用することが可能となる。

【0115】

なお、上記の実施形態では触媒の第2の部分に吸収された NO_x 量、すなわち第2の NO_x カウンタ N C 2 の値に応じて、リッチスパイク操作時の理論空燃比運転時間を決定しているが、リッチスパイク操作時にリッチ空燃比運転の後に理論空燃比を行う代わりに第2の NO_x カウンタ N C 2 の値に応じてリッチスパイク時の運転空燃比を変化させるようにしても良い。

【0116】

すなわち、触媒に流入する排気空燃比がリッチであるほど第2の部分に到達する排気中の未燃炭化水素や CO の量が増大し、リッチスパイク操作時に触媒の第2の部分から脱離する NO_x 量が増大する。このため、リッチスパイク操作開始時の第2の NO_x カウンタ N C 2 の値が大きいほどリッチスパイク操作時の機関空燃比を低く（リッチに）することによりリッチスパイク操作時に、リッチ空燃比運転後に理論空燃比運転を行うことなく第2の部分からも NO_x を脱離させることも可能である。

【0117】

なお、上述の各実施形態では、 NO_x 吸収還元触媒を2つの部分に分けて、それぞれの部分の NO_x 吸収脱離特性に合致する増減を行う NO_x カウンタを使用する構成を例にとって説明しているが、 NO_x 吸収還元触媒を3つまたはそれ以上に分割して、それぞれの部分に対応する同数の NO_x カウンタを設けることも可能であることは言うまでもない。

【0118】

また、前述したように上述の各実施形態は SO_x についても全く同様に適用可能である。このため、 NO_x 吸収還元触媒の各部毎にそれぞれの部分の SO_x 吸収脱離特性に合致して増減を行う SO_x カウンタを上記 NO_x カウンタに替えて、または上記 NO_x カウンタに加えて設ければ、 NO_x 吸収還元触媒の NO_x 吸収量に

替えて、またはNO_X吸収量に加えてSO_X吸収量をも、正確に把握することが可能となる。

【0119】

【発明の効果】

各請求項に記載の発明によれば、NO_X吸収還元触媒のNO_XまたはSO_Xの吸収量を正確に推定し、NO_X吸収還元触媒の吸収能力を有効に利用することを可能とする共通の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を自動車用内燃機関に適用した場合の実施形態の概略構成を示す図である。

【図2】

本実施形態のNO_Xカウンタ増減の基本操作を説明するフローチャートである。

【図3】

分配係数の設定方法の一例を説明する図である。

【図4】

分配係数の設定方法の別の例を説明する図である。

【図5】

分配係数の設定方法の別の例を説明する図である。

【図6】

分配係数の設定方法の別の例を説明する図である。

【図7】

分配係数の設定方法の別の例を説明する図である。

【図8】

分配係数の設定方法の別の例を説明する図である。

【符号の説明】

1 … 内燃機関本体

5 … 排気通路

20…NO_X吸収還元触媒

30…電子制御ユニット（ＥＣＵ）

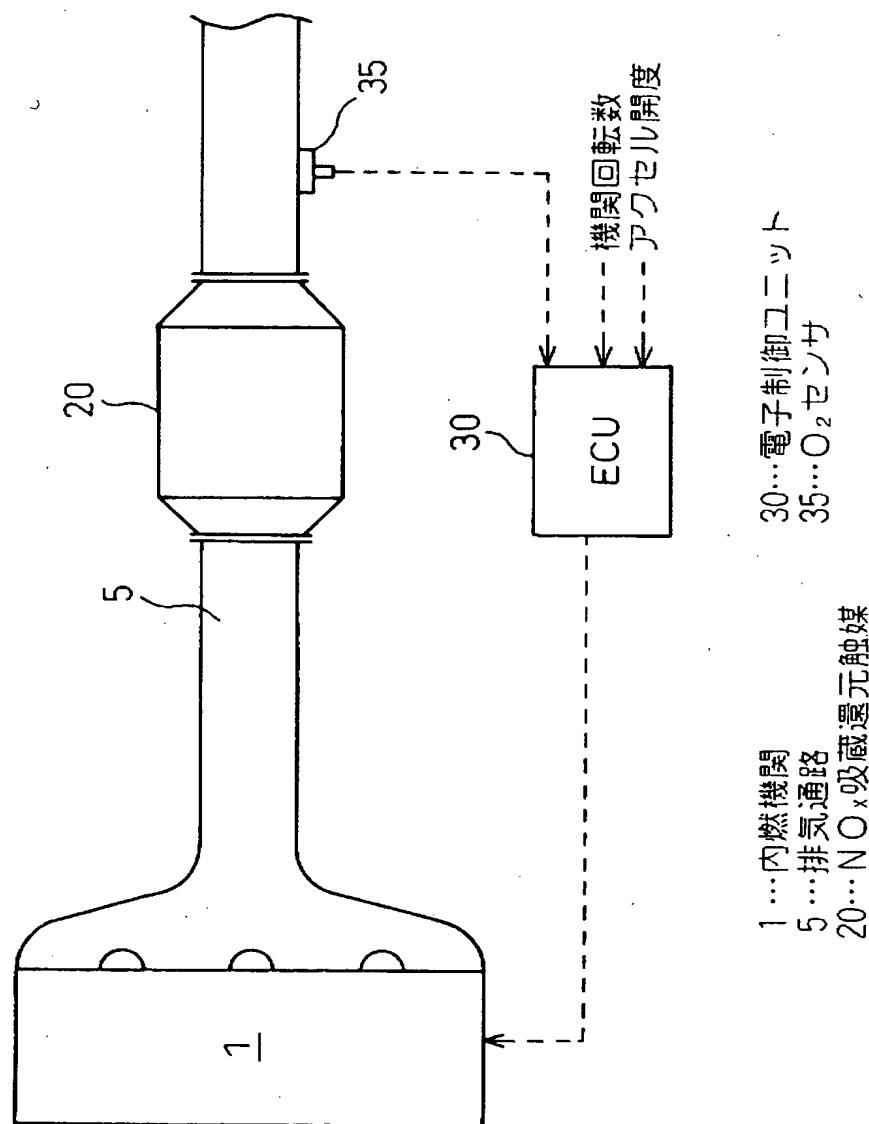
35…O₂センサ

【書類名】

図面

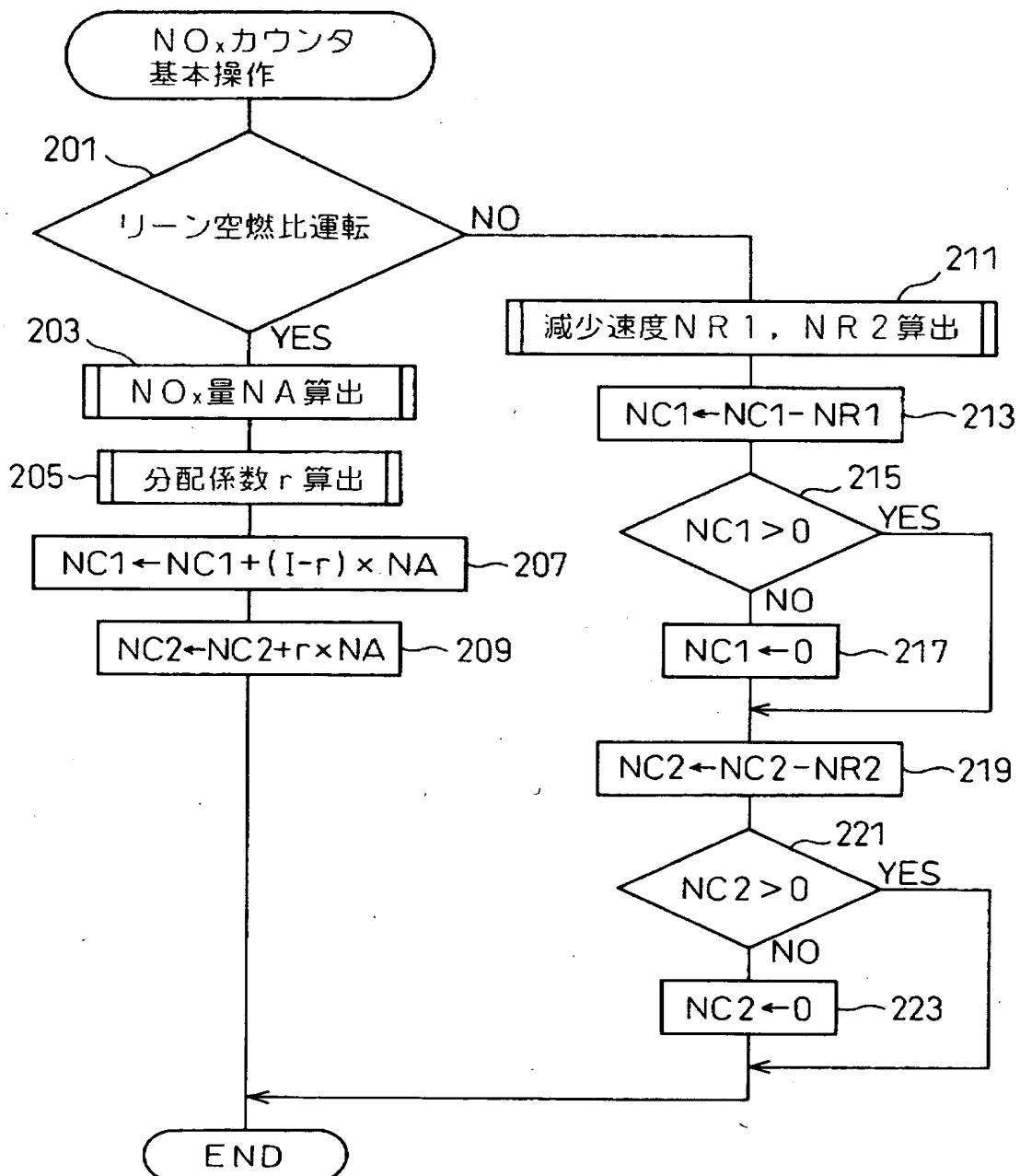
【図1】

図 1



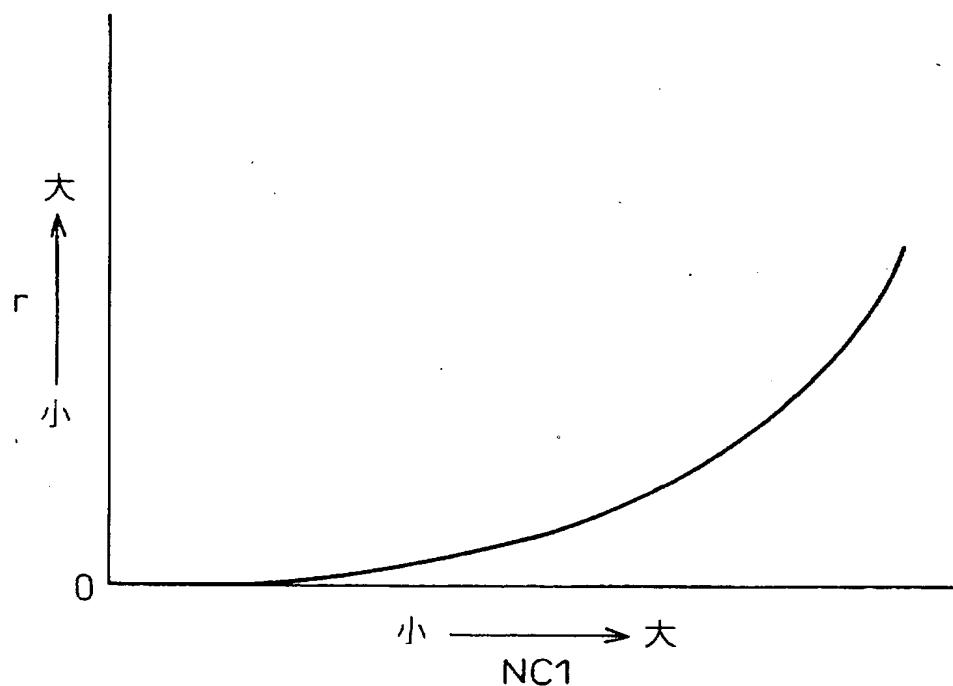
【図2】

図2



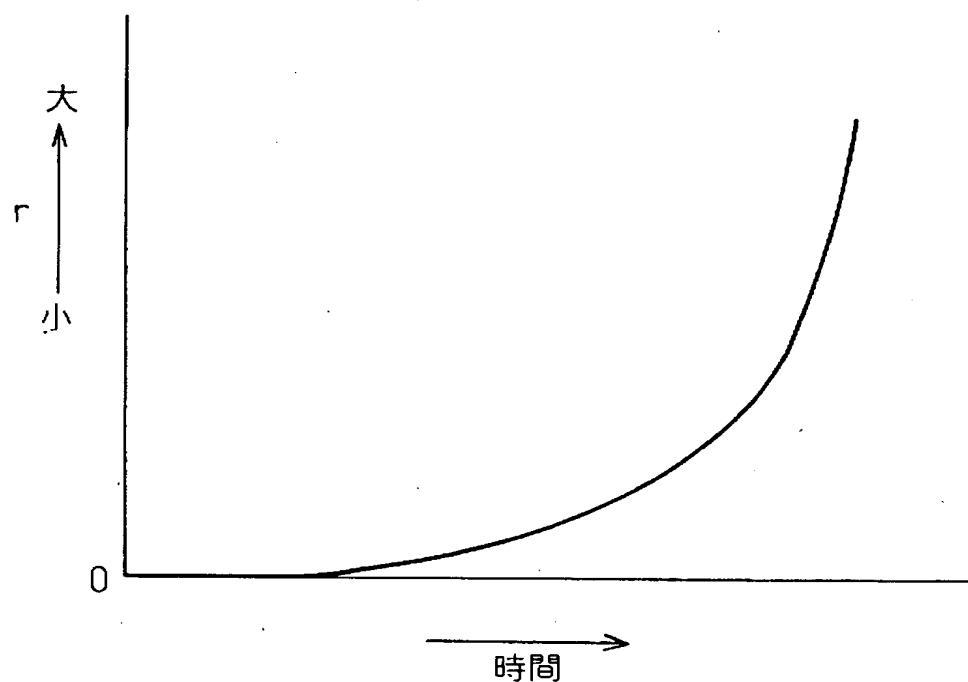
【図3】

図3



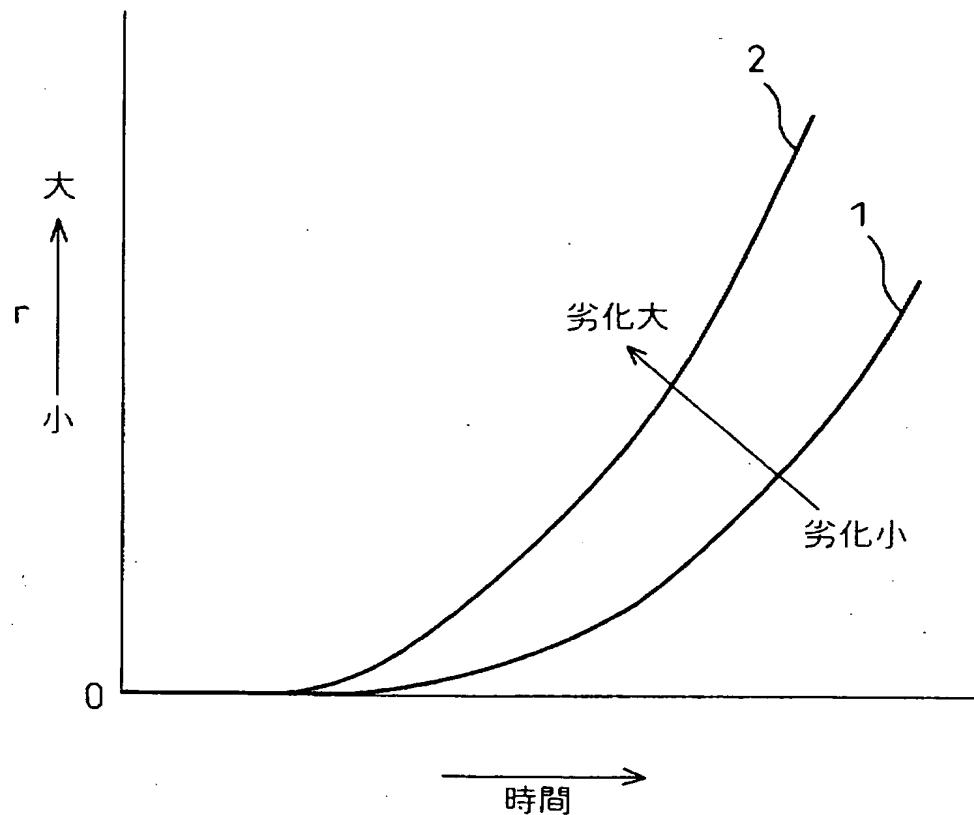
【図4】

図4



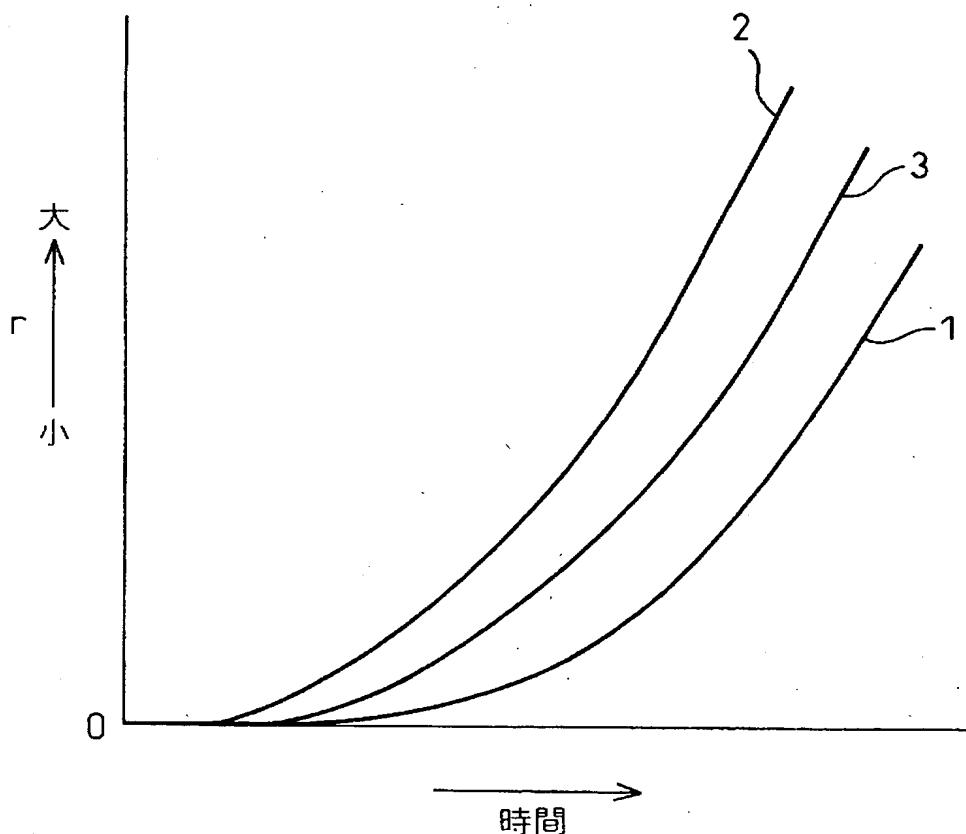
【図5】

図5



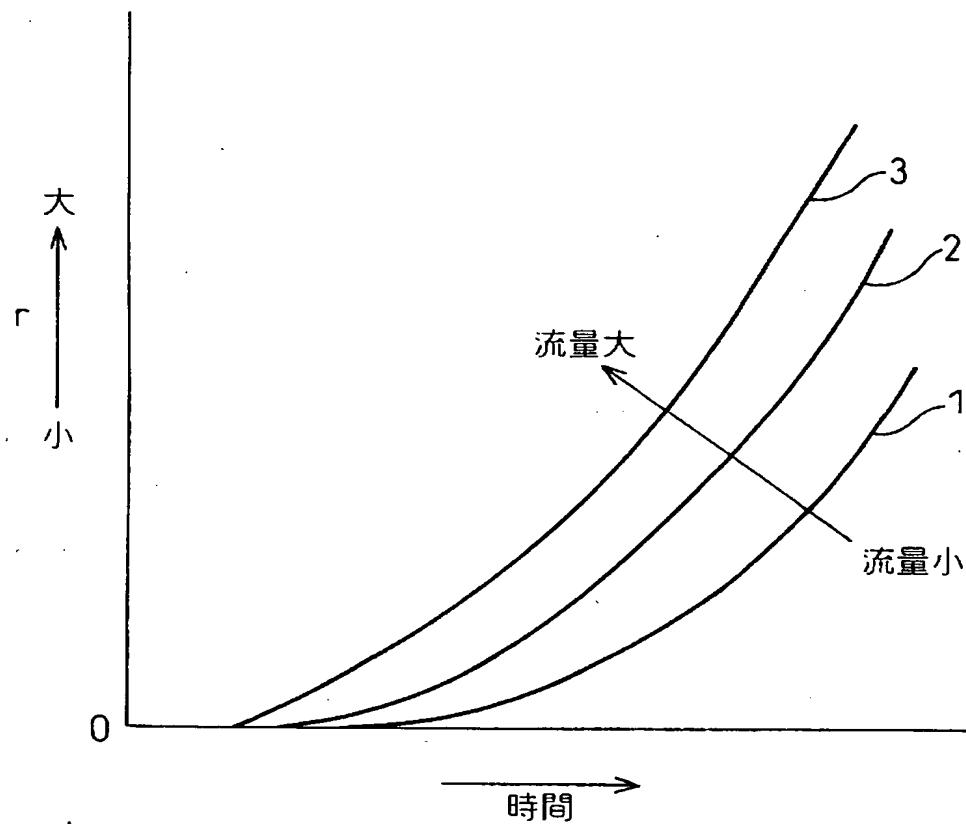
【図6】

図6



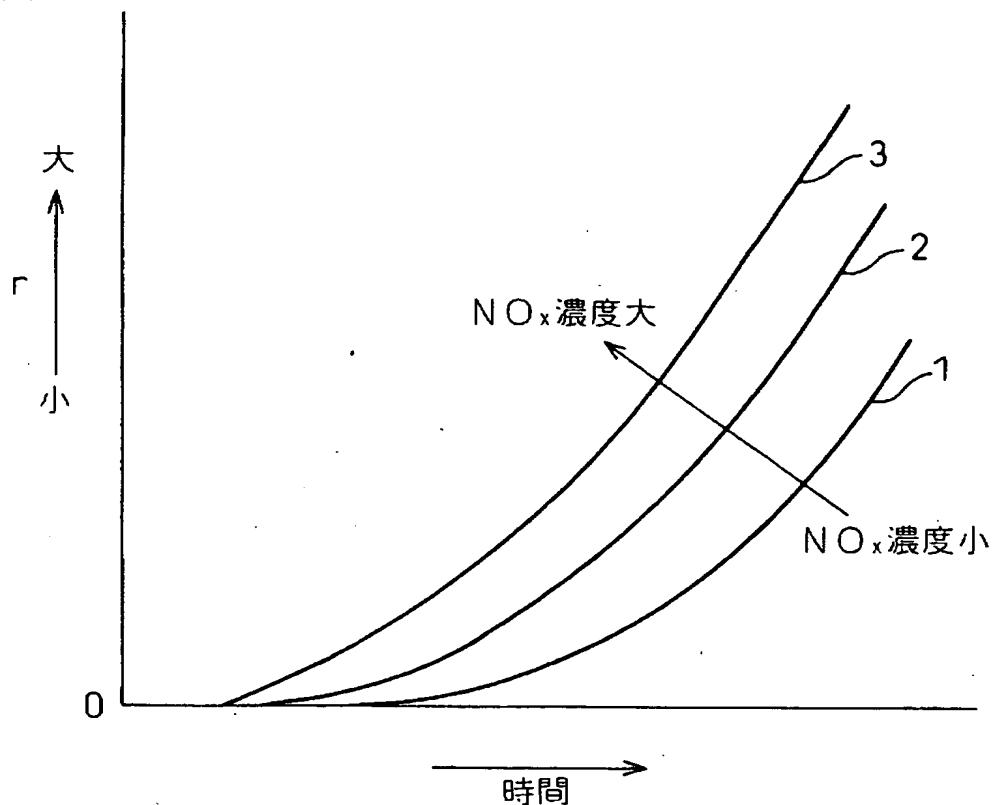
【図7】

図 7



【図8】

図8



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量を正確に推定する。

【解決手段】 機関1の排気通路5に NO_x 吸蔵還元触媒20を設けリーン空燃比排気中の NO_x を吸蔵させ、触媒20の NO_x 吸蔵量が増大したときに機関1を短時間リッチ空燃比で運転し、触媒20から NO_x を脱離させて還元浄化する。機関の電子制御ユニット30は、リーン空燃比運転時に所定の速度で増大し、リッチ空燃比運転時に所定の速度で減少する NO_x カウンタを用いて、触媒20の NO_x 吸蔵量を推定する際に、触媒20を少なくとも2つ以上の部分に分けて、各部分毎に独立した NO_x カウンタを使用する。触媒20の各部分の NO_x 吸蔵脱離特性に合わせてそれぞれの NO_x カウンタの増減速度を設定することにより正確に触媒20の NO_x 吸蔵量を推定することが可能となる。

【選択図】 図1



特願2002-347256

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社